

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-319986

(43)Date of publication of application : 26.12.1989

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 63-153241

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.06.1988

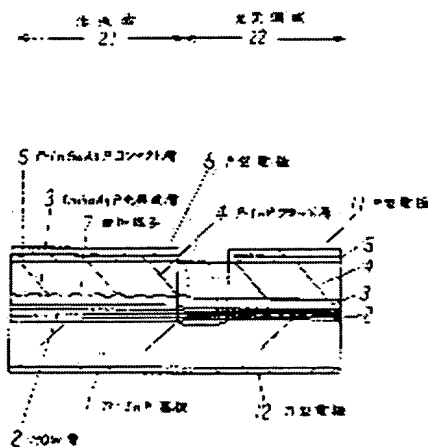
(72)Inventor : ISHINO MASATO  
SASAI YOICHI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain excellent oscillation characteristics and modulation characteristics by a simple structural process by making the thickness of the well layer of a quantum well layer in a first region larger than that of a well layer in a second region.

**CONSTITUTION:** A diffraction grating at pitches of  $4000\text{\AA}$ ; is formed onto an optical waveguide layer in an active region 21. The active region 21 and an optical modulation region 22 are isolated electrically by a proton injection layer 13. The well-layer thickness  $L_z$  of an MQW layer 2 is  $100\text{\AA}$ ; and barrier-layer thickness thereof is  $100\text{\AA}$ ; in the optical modulation region 22, though the well-layer thickness  $L_z$  of the layer 2 is  $200\text{\AA}$ ; and barrier-layer thickness thereof is  $200\text{\AA}$ ; in the active region 21, and film thickness differs in the regions 21 and 22. When forward DC currents are applied between the electrodes 6-12 in the region 21 at that time, laser oscillation having a wavelength of  $1.30\mu\text{m}$  is acquired. On the other hand, a reverse bias is applied between electrodes 11-12 in the optical modulation region 22, thus allowing optical modulation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-319986

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)12月26日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 昭63-153241

⑰ 出 願 昭63(1988)6月21日

⑱ 発 明 者 石 野 正 人 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑲ 発 明 者 佐 々 井 洋 一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑳ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ㉑ 代 理 人 弁理士 中 尾 敏 男 外 1 名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体レーザ装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 第1の導電型の同一半導体基板上に活性層、回折格子、第2の導電型のエピタキシャル層、第2の導電型の第1の電極を含む第1の領域と前記第1の領域から発した光に対する光導波層を含む第2の領域を有し、前記第1の領域において活性層と前記第2の領域の光導波層が同一成長層の多重量子井戸層で構成され、かつ第1の領域における前記量子井戸層の井戸厚が第2の領域における井戸層厚より大きいことを特徴とする半導体レーザ装置。

(2) 第1の導電型の同一半導体基板上に活性層と第2の導電型のエピタキシャル層と第2の導電型の第1の電極を含む第1の領域と前記第1の領域から発した光に対する光導波層と回折格子を含む第2の領域を有し、前記第1の領域における活性層と前記第2の領域の光導波層が同一成長層の

多重量子井戸層で構成され、かつ第1の領域における前記量子井戸層の井戸層厚が第2の領域における井戸層厚より大きいことを特徴とする半導体レーザ装置。

(3) 第2の領域において、第2の導電型の第2の電極を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の半導体レーザ装置。

(4) 第1、第2の領域の境界域に電気的分離機能を有する第3の領域を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の半導体レーザ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は長距離大容量光伝送、コヒーレント通信等に必要なる光源である高性能半導体レーザ装置に関する。

## 従来の技術

近年、光通信の長距離大容量化に伴い、光源として高速でかつ変調によるチャージングの少ない高性能の半導体レーザの開発が望まれている。さ

らに将来の光通信技術といわれているコヒーレント通信においては非常に狭いスペクトル幅のレーザが必要となる。分布帰還型レーザ(DFB-LD)は高速変調時においても安定な単一軸モード発振が得られ、従来のファブリーペロ型レーザに比べて伝送特性に大きな改善を果たしてきた。しかしながらDFB-LDにおいてもチャージング抑制、スペクトル幅は十分でない。この問題を解決する方法として光導波路(外部変調器)をモノリシックに一体化したDFB-LDが注目されている。第3図はこの一体化素子の光軸方向の断面基本構造を示すものである。これはn-InP基板1上の第1の領域21にInGaAsP活性層13、p-InGaAsP光導波層3、p-InPクラッド層4、p-InGaAsPコンタクト層5、p型電極6を含み、第2の領域22において光導波層8、p-InPクラッド層9、p-InGaAsPコンタクト層10、p型電極11を含む構造である。ここで活性(発光)域である第1の領域21における光導波層3上にはレーザ発

振を有するエピタキシャル層である必要があり、通常は複数回のエピタキシャル成長を含む非常に複雑な工程によってのみ作製できるものである。このような複雑な工程は素子作製の歩留まりのみならず素子特性に悪影響を及ぼす。特に複数回のエピタキシャル成長によって生じる境界部での異常成長や再成長層の軸ずれ等により発光域と光変調域間の光波の結合効率小さく、光出力の低下等の問題がある。

一方、低チャージング・狭スペクトル幅のLDとしては他に分布ブラッグ反射型レーザ(DBR-LD)がある。第4図はその基本構造の光軸方向の断面図である。その層構造は第3図の外部変調型DFB-LDとほとんど同一であるが、この素子においては回折格子7は光帰還域(DBR域)23の光導波層8上に形成されている。このLDは活性域21に電流注入することにより、光導波域22の回折格子で決まる波長で発振が得られる。従って変調による注入キャリアの変化によるチャージングは小さく、またDBR域23からの光の

振に必要な回折格子7が、InP基板1の表面にはn型電極12が形成されている。また光変調域である第2の領域22の光導波層8は第1の領域21からの出射光10と同一光軸上に位置し、両領域は分離領域13により電気的に分離されている。第1の領域21からの出射光10は第2の領域22の光導波層を低損失で伝搬される。ここで発光域21の電極6-12間に順方向電流を流してレーザ発振をさせた状態で、光変調域22の電極11-12間に逆バイアス印加するとフランツケルディッシュ効果により導波光の変調を行なうことができる。また光導波層8が多重量子井戸(MQW)構造であれば量子閉じ込めシュタルク効果が利用できより大きい光変調効果を得る事ができる。このような外部変調器一体化LDではLDの直接変調時に問題となる注入キャリア変化による変調光のチャージングやスペクトル幅の広がり大きく抑圧できる。

しかしながらこのような素子は、活性域の活性層3と光変調域の光導波層は異なるバンドギャップ

フィードバックによる狭スペクトルを得ることができる。またこの素子の場合、DBR域23に別個の電極11を形成し電流注入等の手段で光導波層8の屈折率を変化させることにより波長を可変にすることができる。

しかしながら、DBR-LDの場合も外部変調型DFB-LDの場合と同じく複数回のエピ成長を含む複雑な作製プロセスを必要とし、各領域間の十分な光波の結合効率を得られず発振しきい値の上昇等の特性の劣化が問題となる。

#### 発明が解決しようとする課題

以上、従来の技術における半導体レーザにおいては、工程の複雑さや境界部の不連続性等により十分な特性が得られなかった。

#### 課題を解決するための手段

本発明は上述の問題点を克服すべく、第1の導電型の同一半導体基板上に活性層、回折格子、第2の導電型のエピタキシャル層、第2の導電型の第1の電極を含む第1の領域と前記第1の領域から発した光に対する光導波層を含む第2の領域を

有し、前記第1の領域において活性層と前記第2の領域の光導波層が同一成長層の多重量子井戸層で構成され、かつ第1の領域における前記量子井戸層の井戸層厚が第2の領域における井戸層厚よりも大きいことを特徴とする半導体レーザ装置であり、また第1の導電型の同一半導体基板上に活性層と第2の導電型のエピタキシャル層と第2の導電型の第1の電極を含む第1の領域と前記第1の領域から発した光に対する光導波層と回折格子を含む第2の領域を有し、前記第1の領域における活性層と前記第2の領域の光導波層が同一成長層の多重量子井戸層で構成され、かつ第1の領域における前記量子井戸層の井戸層厚が第2の領域における井戸層厚よりも大きいことを特徴とする半導体レーザ装置である。

#### 作用

上述の手段により、非常に安易な作製プロセスで高性能の外部変調型DFBレーザおよびDBRレーザを得ることができる。

#### 実施例

バンドギャップ波長は領域21で $1.29\mu\text{m}$ であるのに対し、領域22においては $1.27\mu\text{m}$ と各領域で異なっている。このようなウェハ内にて同一成長層の膜厚を変化させることは領域間で幅の異なるメサストライプの形成された基板上に液相エピタキシャル成長を行なうことにより可能で、ストライプ幅によって制御性良く井戸層厚を変化させることができる。この場合InP基板1の光変調領域22にのみ光軸方向に沿って幅 $8\mu\text{m}$ のメサストライプを形成して成長を行なった。

ここで領域1の電極8-12間に順方向直流電流を印加すると波長 $1.30\mu\text{m}$ のレーザー発振が得られる。光変調領域22内のMQW光導波層2においてはこのレーザー光はほとんど吸収されず $1\text{cm}^{-1}$ 以下の低損失で導波できる。なぜならMQW構造においては吸収端はバルク構造に比べ急峻であり、導波光がバンドギャップ波長より $30\text{nm}$ も長波側に位置すれば吸収できる損失はほとんどないからである。

一方、光変調領域22の電極11-12間に逆

以下、本発明の実施例をInGaAsP/InP系材料を用いた場合について述べる。

第1図は本発明による第1の実施例としてのDFBレーザの光軸方向の断面基板構造図を示す。この素子は発光機能と波長選択機能を有する活性領域21と光変調機能を有する光変調領域22で構成される。ここで、1はn-InP基板、2はInGaAsP多重量子井戸(MQW)層、3はInGaAsP光導波層、4はp-InPクラッド層、5はp-InGaAsPコンタクト層、6および11はp型電極、および12はn型電極である。ここで活性領域21内の光導波層上にはピッチ $4000\text{\AA}$ の回折格子が形成されている。また活性領域21と光変調領域22間はプロトン注入層13により電氣的に分離されている。MQW層2は活性領域21においては井戸層厚( $L_z$ )が $200\text{\AA}$ 、障壁層厚 $200\text{\AA}$ であるのに対し、光変調領域22においては井戸層厚( $L_z$ )が $100\text{\AA}$ 障壁層厚 $100\text{\AA}$ と領域21と22で膜厚が異なる。量子シフト量の差異によりMQW層の

バイアスを印加することにより、光変調を行なうことができる。MQW層においては量子閉じ込めシュタルク効果等により通常のバルクよりも大きい電界印加光吸収効果を有し、光変調領域長を $200\mu\text{m}$ として1Vの電圧印加で100%変調を行なうことができる。また活性層と光導波層が同一MQW層2で構成されているので結合部でのレーザー光の散乱や軸ずれがなく80%以上の高い結合効率が得られるので、一体化による光出力の低下はほとんどない。またこの素子においては活性領域と光変調領域が分離されているので直接変調の場合に問題となる変調時の注入キャリア変化によるチャージングやスペクトル幅り拡がりほとんどなく、高速変調によって高品質のレーザー光を得ることができる。さらに本構造は基本的に一回のエピタキシャル成長という非常に簡単なプロセスで作製でき高い歩留まりが期待できる。

次に本発明の第2の実施例としてのDBRレーザについて述べる。第2図はこの素子の光軸方向の基本断面構成図である。この素子は活性領域21

と帰還域23で構成される。層構造および電極構造は第1図におけるDFBレーザと同一であるが、この素子においては回折格子は帰還域22の光導波層上に形成されている。またこの場合もMQW層2は活性領域21において井戸層厚(Lz)が200Å、障壁層厚200Åであるのに対し、光帰還領域22においては井戸層厚(Lz)が100Å障壁層厚100Åと領域21と23で膜厚が異なり、光帰還域において低損失で高結合効率の光導波路が得られる。

ここで活性域21の電極6-12間に順方向電流を印加することにより、光帰還域23の回折格子で決まる波長レーザ発振が得られる。光波の結合効率および導波損失の改善により光の帰還量が増大し、15mA以下のしきい値で発振が得られている。またこの素子においては発振スペクトルは基本的に不活性な光帰還域によって決まるので活性域での直接変調によっても低チャージング・狭スペクトル特性が得られている。さらにこのDBRレーザの光帰還域22の電極11-12間

と前記第1の領域から発した光に対する光導波層と回折格子を含む第2の領域を有し、前記第1の領域における活性層と前記第2の領域の光導波層が同一成長層の多重量子井戸層で構成され、かつ第1の領域における前記量子井戸層の井戸層厚が第2の領域における井戸層厚よりも大きいことを特徴とする構造により、非常に簡単な構造プロセスで良好な発振特性・変調特性を有する分布ブラック反射型レーザを歩留まりで提供できるものである。

このように本発明による半導体レーザは長距離・大容量光通信およびコヒーレント光通信用光源としてその実用的価値は大きい。

尚、本発明における使用材料、製造法はこれに限定されるものではない。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例によるDFB-LDの断面基本構造図、第2図は本発明の第2の実施例によるDBR-LDの断面基本構造図、第3図は実施例における外部変調型DFB-LDの

に電流注入もしくは電界印加によって光導波路の屈折率を変化させることにより、光出力の大きな変化なく最大30nmの広範囲にわたって連続的に発振波長を変化させることができる。

#### 発明の効果

以上、本発明は第1の導電型の同一半導体基板上に活性層、回折格子、第2の導電型のエピタキシャル層、第2の導電型の第1の電極を含む第1の領域と前記第1の領域から発した光に対する光導波層を含む第2の領域を有し、前記第1の領域において活性層と前記第2の領域の光導波層が同一成長層の多重量子井戸層で構成され、かつ第1の領域における前記量子井戸層の井戸層厚が第2の領域における井戸層厚よりも大きいことを特徴とするという構造により、非常に簡単な構造プロセスで良好な発振特性・変調特性を有する分布帰還型レーザを高歩留まりで提供できるものである。

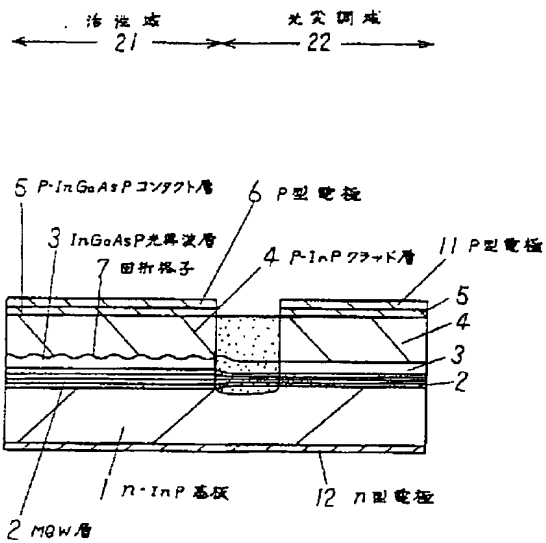
さらに本発明はまた第1の導電型の同一半導体基板上に活性層と第2の導電型のエピタキシャル層と第2の導電型の第1の電極を含む第1の領域

断面基本構造図、第4図は従来例におけるDBR-LDの断面基本構造図である。

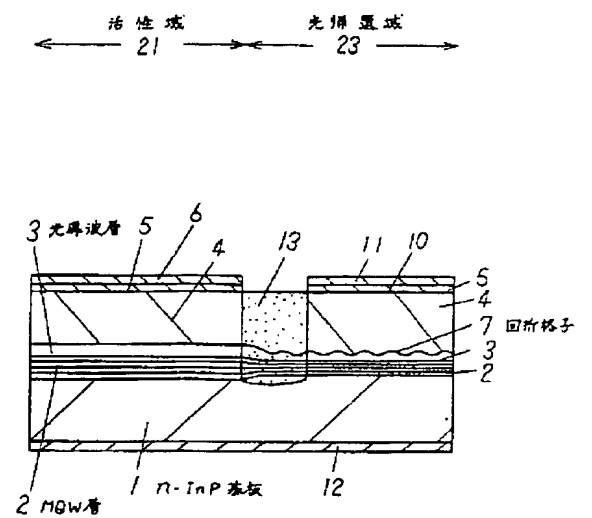
1・・・InP基板、2・・・MQW層、7・・・回折格子、21・・・活性領域、22・・・光変調領域、23・・・光帰還域。

代理人の氏名 弁理士 中尾敏男 ほか1名

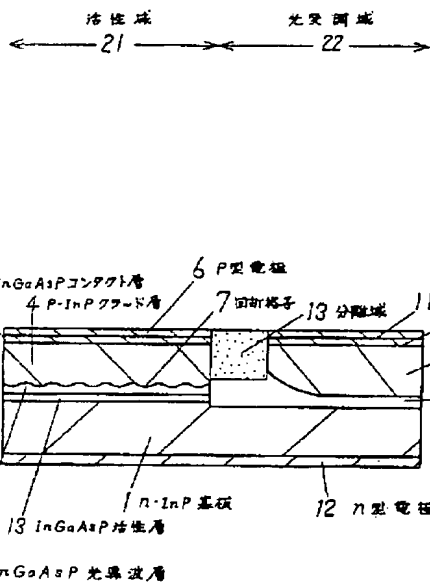
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

